

015

DELPHION**Stop Tracking****RESEARCH****PRODUCTS****INSIDE DELPHION****Log Out****Work Files****Saved Searches****My Account**

Search: Quick/Number Boolean Advanced Derwent

Help**The Delphion Integrated View: INPADOC Record**Get Now: ☒ **PDF** | [File History](#) | [Other choices](#)Tools: Add to Work File: [Create new Work File](#) ☒ **Add**View: [Expand Details](#) | Jump to: [Top](#)☒ [Email this to a friend](#)Title: **DE1798080B1: ELEKTRONISCH GESTEUERTES DURCHFLUSSMESS- UND DOSIERGERAET**Country: **DE Germany**Kind: **B1 Document Laid open (First Publication) ¹** (See also: [DE1798080C2](#))**High Resolution****9 pages**Inventor: **HOLZEM, HEINZ, DIPL.-ING., 4050 MOENCHENGLADBACH;**Assignee: **PIERBURG LUFTFAHRTGERAETE UNION GMBH, 4040 NEUSS**
[News, Profiles, Stocks and More about this company](#)Published / Filed: **1973-10-18 / 1968-08-19**Application Number: **DE1967001798080**IPC Code: **IPC-7: G01F 3/00;**ECLA Code: **None**Priority Number: **1968-08-19 DE1967001798080**

INPADOC Legal Status:

<u>Gazette date</u>	<u>Code</u>	<u>Description (remarks) List all possible codes for DE</u>
1977-12-31	E77 +	Valid patent as to the heymanns-index 1977
1974-05-16	C2 +	Grant after previous publication (2nd publication)

Get Now: [Family Legal Status Report](#)

Family:

PDF	Publication	Pub. Date	Filed	Title
<input checked="" type="checkbox"/>	US3633420	1972-01-11	1969-02-27	CONTINUOUS FLOW METERING AND CONTROL APPARATUS
<input checked="" type="checkbox"/>	DE1798080C2	1974-05-16	1968-08-19	ELEKTRONISCH GESTEUERTES DURCHFLUSSMESS- UND DOSIERGERAET
<input checked="" type="checkbox"/>	DE1798080B1	1973-10-18	1968-08-19	ELEKTRONISCH GESTEUERTES DURCHFLUSSMESS- UND DOSIERGERAET
3 family members shown above				

Foreign References: **None**Other Abstract Info: **None**Powered by **Verity**[Nominate this for the Gallery...](#)**THOMSON**

Copyright © 1997-2005 The Thomson Corporation

[Subscriptions](#) | [Web Seminars](#) | [Privacy](#) | [Terms & Conditions](#) | [Site Map](#) | [Contact Us](#) | [Help](#)

BEST AVAILABLE COPY

51

Int. Cl.:

G 01 f, 3/00

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES PATENTAMT



52

Deutsche Kl.:

42 e, 9

10

11

21

22

43

44

Auslegeschrift 1 798 080

Aktenzeichen: P 17 98 080.2-52

Anmeldetag: 19. August 1968

Offenlegungstag: —

Auslegungstag: 18. Oktober 1973

Ausstellungspriorität: —

30

Unionspriorität

32

Datum: —

33

Land: —

31

Aktenzeichen: —

54

Bezeichnung: Elektronisch gesteuertes Durchflußmeß- und Dosiergerät

61

Zusatz zu: —

62

Ausscheidung aus: —

71

Anmelder: Pierburg Luftfahrtgeräte Union GmbH, 4040 Neuss

Vertreter gem. § 16 PatG: —

72

Als Erfinder benannt: Holzem, Heinz, Dipl.-Ing., 4050 Mönchengladbach

56

Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:

DT-PS 534 746

US-PS 2 080 183

DT-PS 1 147 767

US-PS 3 342 071

IT-PS 278 992

»Automation«, Vol. 9, Nr. 6, p. 11

GB-PS 576 378

und pp. 18 bis 22; original japan. Zeit-

US-PS 1 837 333

schrift, veröffentlicht in Tokio, 1964

US-PS 1 920 294

ORIGINAL INSPECTED

10.73 309 542/42

DT 1 798 080

Patentansprüche:

1. Durchflußmeßgerät zur stetigen Sofortmes-
sung mit einem Verdrängerzähler, dem ein
Druckdifferenz-Aufnehmer zugeordnet ist, der
einen mit dem Verdrängerzähler verbundenen
Motor in Abhängigkeit von der Druckdifferenz
zwischen Ein- und Auslaßseite des Verdränger-
zählers steuert, dadurch gekennzeich-
net, daß der Druckdifferenz-Aufnehmer (D)
aus einem in einen den Raum vor und den Raum
hinter dem Verdrängerzähler miteinander verbind-
enden Umgehungsleitung eingebauten integrie-
renden Meßwertgeber besteht.

2. Durchflußmeßgerät zur stetigen Sofortmes-
sung mit einem Verdrängerzähler, dem ein
Druckdifferenz-Aufnehmer zugeordnet ist, der
einen mit dem Verdrängerzähler verbundenen
Motor in Abhängigkeit von der Druckdifferenz
zwischen Ein- und Auslaßseite des Verdränger-
zählers steuert, dadurch gekennzeichnet, daß der
Druckdifferenz-Aufnehmer (D) sowohl eine Pro-
portional-Meßstelle als auch einen integrierenden
Meßwertgeber besitzt, die in einen den Raum vor
und den Raum hinter dem Verdrängerzähler mit-
einander verbindenden Umgehungsleitung hy-
draulisch in Reihe angeordnet sind.

3. Gerät nach Anspruch 1 oder 2, dadurch ge-
kennzeichnet, daß zur integralen Druckdifferenz-
messung ein in der Umgehungsleitung angeordne-
ter, frei beweglicher Kolben (22) mit der Meß-
flüssigkeit entsprechendem spezifischem Gewicht
vorgesehen ist, der sich in Abhängigkeit der
Druckdifferenz derart zwischen einer Lichtquelle
und einem von dieser bestrahlten fotoelektrischen
Bauelement bewegt, daß seine Bewegungen ent-
sprechende Änderungen des Bestrahlungswertes
des fotoelektrischen Bauelements hervorrufen.

4. Gerät nach Anspruch 1 oder 3, dadurch ge-
kennzeichnet, daß zur proportionalen Druck-
differenzmessung ein ebenfalls in der Umge-
hungsleitung angeordneter, über ein Federele-
ment (27) mit dem Gehäusedeckel (25) des Ge-
räts verbundener Staukörper (26) vorgesehen ist,
der in Abhängigkeit von der Druckdifferenz der-
art zwischen einer Lichtquelle und einem von
dieser bestrahlten fotoelektrischen Bauelement
ausgelenkt wird, daß seine Auslenkungen Ände-
rungen des Bestrahlungswertes des fotoelektri-
schen Bauelements hervorrufen.

5. Gerät nach einem oder mehreren der An-
sprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der
Verdrängerzähler eine Zahnradpumpe (12) ist,
die mit dem Druckdifferenz-Aufnehmer (D), dem
integrierenden Meßwertgeber und gegebenenfalls
der Proportionalmeßstelle eine Baueinheit bildet.

6. Gerät nach Anspruch 3 oder 4, dadurch ge-
kennzeichnet, daß als fotoelektrische Bauele-
mente Fotowiderstände verwendet werden.

7. Gerät nach einem oder mehreren der An-
sprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der
Bestrahlung sowohl des dem Kolben (22) als auch
des dem Staukörper (26) zugeordneten Fotowider-
standes (23 bzw. 30) ein und dieselbe Lichtquelle
(19) dient.

8. Gerät nach einem oder mehreren der An-
sprüche 1 bis 7, gekennzeichnet durch je eine so-

wohl zwischen dem Kolben (22) und dem ihm zu-
geordneten Fotowiderstand (23) als auch zwi-
schen dem Staukörper (26) und dem diesen zu-
geordneten Fotowiderstand (30) angeordnete Licht-
blende (21 bzw. 20), wobei durch geeignete Be-
messung der wirksamen Längen der Lichtblenden
(20 und 21) sowie durch entsprechende Wahl der
Fotowiderstände (23 und 30) das Proportional-
und Integralverhalten der Druckdifferenzregelung
den jeweils gegebenen Erfordernissen angepaßt
wird.

9. Gerät nach Anspruch 8, dadurch gekenn-
zeichnet, daß die dem Staukörper (26) zugeord-
nete Lichtblende (20) eine kleinere wirksame Öff-
nungslänge aufweist als die dem Kolben (22) zu-
geordnete (21).

10. Gerät nach einem oder mehreren der An-
sprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß das
als Differenz zwischen der von den Fotowider-
ständen (23, 30) erzeugten Spannung und der von
einem dem mit der Zahnradpumpe (12) verbun-
denen Motor (M) zugeordneten Drehzahlgeber
(N) erzeugten Spannung gebildete Steuersignal
über einen Verstärker (V) dem Motor (M) zuge-
führt wird.

11. Gerät nach einem oder mehreren der An-
sprüche 3 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß
bei Verwendung von fotoelektrischen Bauelemen-
ten das der Basis-Emitter-Strecke eines dem Ver-
stärker (V) zugeordneten Transistors (T) parallel-
geschaltete fotoelektrische Bauelement von dem
Integralteil des Druckdifferenz-Aufnehmers ange-
steuert wird.

12. Gerät nach einem oder mehreren der An-
sprüche 1 bis 11, gekennzeichnet durch einen mit
der Welle des Motors (M) verbundenen, zur Dreh-
zahlstabilisierung dem Eingangssignal des Ver-
stärkers (V) gegengekoppelten Tachogenerator
(N), dessen Klemmenspannung zur Analogmes-
sung des Durchflusses verwendet wird.

13. Dosiergerät zur genauen Dosierung einer
bestimmten Durchflußmenge mit einer Zahnrad-
pumpe und einem Druckdifferenz-Aufnehmer, da-
durch gekennzeichnet, daß der Druckdifferenz-
aufnehmer (D) aus einem in einen den Raum vor
und den Raum hinter der Zahnradpumpe mit-
einander verbindenden Umgehungsleitung eingebau-
ten integrierenden Meßwertgeber besteht, und daß
vor oder hinter der Zahnradpumpe (12) in der
Leitung (11) ein vom Druckdifferenz-Aufnehmer
(D) gesteuertes Drosselorgan angeordnet ist, durch
dessen Verstellung die Druckdifferenz an der mit
vorgegebener, der gewünschten Durchflußmenge
entsprechender Drehzahl arbeitenden Zahnrad-
pumpe gleich Null wird.

14. Dosiergerät zur genauen Dosierung einer
bestimmten Durchflußmenge mit einer Zahnrad-
pumpe und einem Druckdifferenz-Aufnehmer, da-
durch gekennzeichnet, daß der Druckdifferenz-Auf-
nehmer (D) sowohl eine Proportional-Meßstelle
als auch einen integrierenden Meßwertgeber be-
sitzt, die in einen den Raum vor und den Raum
hinter der Zahnradpumpe miteinander verbind-
enden Umgehungsleitung hydraulisch in Reihe an-
geordnet sind, und daß vor oder hinter der Zahn-
radpumpe (12) in der Leitung (11) ein vom
Druckdifferenz-Aufnehmer (D) gesteuertes Drossel-
organ angeordnet ist, durch dessen Verstellung

die Druckdifferenz an der mit vorgegebener, der gewünschten Durchflußmenge entsprechender Drehzahl arbeitenden Zahnrumppe gleich Null wird.

15. Dosiergerät nach Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, daß das Drosselorgan durch eine zusätzlich in der Leitung angeordnete Pumpe ersetzt ist, die von einem mit einem Tachogenerator verbundenen Motor in dem Maße angetrieben wird, daß die Druckdifferenz an der Zahnrumppe gleich Null ist.

Die Erfindung bezieht sich auf ein Durchflußmeß- und Dosiergerät zur stetigen Sofortmessung bzw. Dosierung mit einem Verdrängerzähler, dem ein Druckdifferenz-Aufnehmer zugeordnet ist, der einen mit dem Verdrängerzähler verbundenen Motor in Abhängigkeit von der Druckdifferenz zwischen Ein- und Auslaßseite des Verdrängerzählers steuert.

Es ist bekannt, zur Mengenmessung flüssiger und gasförmiger Medien Flüssigkeitsmotoren der Verdrängerbauart zu benutzen, die in die das zu messende Medium führende Leitung eingebaut werden und deren Drehzahl dann ein Maß für den Durchfluß darstellt. Insbesondere wird diese Methode dann benutzt, wenn infolge kleiner Reynoldszahlen die Verwendung von strömungsmechanischen Durchflußmeßverfahren Schwierigkeiten macht, wie z. B. bei Durchflußmengen von weniger als 10 Liter pro Stunde.

Bei den bisher bekannten derartigen Meßverfahren wird die Antriebsenergie zur Überwindung des Reibungsmomentes im Meßmotor dem Strömungsmedium entzogen. Die Drehzahl des Meßmotors ist dabei mit begrenzter Genauigkeit ein Maß für den Durchfluß. Der Energieentzug aus dem Strömungsmedium verursacht jedoch eine Druckdifferenz zwischen Ein- und Auslaßseite des Motors, welcher oft einen nicht zu vernachlässigenden Spaltverlust ergibt, so daß der eigentlich proportionale Zusammenhang zwischen Drehzahl des Meßmotors und der Durchflußmenge, insbesondere bei sehr kleinen Flüssigkeitsmengen, nicht mehr gegeben ist. Außerdem ist es bei einer Vielzahl von Meßaufgaben nicht möglich, gewisse Druckdifferenzen in der Meßstrecke zu überschreiten, so daß der Anwendung von Meßmotoren der Verdrängerbauart bei den bekannten Geräten Grenzen gesetzt sind.

Um nach dieser Methode dennoch eine möglichst stetige und ausreichend genaue Messung durchführen zu können, sind verschiedene Geräte entwickelt worden, bei denen man den Verdrängerzähler mit einem Hilfsantrieb versehen hat, der hydraulisch-mechanisch so geregelt wird, daß die Druckdifferenz zwischen Ein- und Auslaßseite des Verdrängerzählers möglichst gleich Null wird. Dadurch soll erreicht werden, daß die einen Meßfehler verursachenden Spaltverluste reduziert und zudem keinerlei Zusatzwiderstände in der Leitung verursacht werden.

Nach diesem Prinzip der hydraulisch-mechanischen Regelung des Hilfsantriebs arbeitet beispielsweise das Gerät gemäß der deutschen Patentschrift 534 746, das zwei im Meßraum umlaufende Flügelkolben aufweist, deren Drehzahl durch einen mittels eines Differentialmanometers eingestellten Regler so geregelt wird, daß der Druckunterschied

des Mediums vor und hinter der Meßvorrichtung im wesentlichen Null wird. Abgesehen von der Notwendigkeit des Hilfskreislaufs mit eigenem Pumpenaggregat besteht der Nachteil dieses Meßgeräts darin, daß der im Hauptstrom vorgesehene, als Flügelkolben ausgebildete Verdrängerzähler eine ungleichförmige Drehzahl-Durchflußcharakteristik besitzt, wodurch sich während des Betriebs der Differentialdruck pulsierend ändert, was wiederum zu einer ungleichmäßigen Steuerung des Hilfskreislaufs führt.

Bei einem weiteren bekannten Gerät gemäß der deutschen Patentschrift 1 147 767 wird der Druck vor und hinter dem Zähler dadurch auf gleichem Wert gehalten, daß eine Meßkammer mit beweglichen Trennwänden infolge eines Druckgefälles mit einer bestimmten Menge eines Mediums kontinuierlich gefüllt und entleert wird. Hierbei ist ein vom Flüssigkeitsstrom angetriebener Flüssigkeitsmotor mit einem unmittelbar dahinter angeordneten volumetrischen Zähler form- und kraftschlüssig verbunden, wobei durch eine Umgehungsleitung über ein in Abhängigkeit vom jeweiligen Differenzdruck arbeitendes Ventil gesteuert so viel Flüssigkeit aus der Zuleitung vor dem Motor in den Raum vor dem Zähler nachfließen kann, daß ein Druckausgleich in den Räumen vor und hinter dem Zähler stattfindet. Auch diese bekannten Meßgeräte sind zur genauen Durchflußmessung auf Grund der hydraulisch-mechanischen Drehzahlregelung des Zählers in ihrem Aufbau zu aufwendig und für Sofortmessungen ungeeignet, da einerseits die hydraulische Induktivität, d. h. die Auswirkung der Massenträgheit der zu messenden Flüssigkeit bei instationärer Strömung einen unerwünscht großen Wert annimmt und andererseits die hier verwendeten Ovalradzähler nur bis herab zu einer Nennanschlußweite von 10 mm gefertigt werden und somit bei kleinen Mengen eine für die stetige Sofortmessung zu niedrige Drehzahl besitzen und daher ungenaue Meßergebnisse liefern. Ein unerwünschtes Pulsieren der Strömung und somit der Druckdifferenz ist hierbei ebenfalls nicht zu vermeiden.

Aus der USA.-Patentschrift 1 837 333 ist ebenfalls eine Drehzahlregelung mittels eines Antriebs bekannt, der in Abhängigkeit des im By-pass gemessenen Differenzdruckes gesteuert wird. Die Druckdifferenz-Meßstelle besteht dabei aus einer durch Schwerkraft beeinflussten Tauchglocke, die auf Grund ihrer Wirkungsweise eine Proportional-Meßstelle darstellt. Abgesehen davon, daß eine mit einer Tauchglocke ausgerüstete Meßstelle den erheblichen Nachteil besitzt, daß das Gerät nur in ausgerichteter Lage in gewünschter Weise funktioniert und bei Erschütterungen Fehlsignale abgibt, und darüber hinaus nur Gase gemessen werden können, lassen sich mit diesem bekannten Gerät Schlupf- oder Leckverluste nicht vermeiden, da sich die Tauchglocke bei fehlendem Einfluß von außen in einer bestimmten Ruhelage befindet, in der Gewicht gleich Auftrieb ist, so daß jede Abweichung von dieser Ruhelage gemäß dem Prinzip des Tauchglockenmanometers eine Ungleichheit zwischen Gewicht und Auftrieb bedeutet. Daraus folgt das zwangsläufige Vorhandensein einer bleibenden Druckdifferenz, damit die Auslenkung der Glocke aufrechterhalten bleibt, die für eine bestimmte Ventilöffnung und somit für eine bestimmte, erforderliche Drehzahl der Pumpe bzw. des Messers benötigt wird.

Ein Gerät der eingangs genannten Art ist schließlich aus der japanischen Zeitschrift »Automation«,

Vol. 9, Nr. 6, S. 11 und S. 18 bis 22, bekannt. Auch bei diesem Gerät ist im By-pass zur Steuerung eine Membran vorgesehen, mit der die Druckdifferenz über der Zahnrادpumpe erfaßt werden soll. Sämtliche nach dem Membranprinzip arbeitenden Geräte leiden jedoch unter der für das Regelverhalten nachteiligen Biegesteifigkeit der Membranen. Darüber hinaus bedingt die erforderliche Befestigung der Membran, beispielsweise eine Aufhängung an Federn, eine zusätzliche Begrenzung der Membranbewegung. Bei dem bekannten Gerät ist die Membran schließlich mit einem ferromagnetischen Stab zwecks induktiver Abtastung des Membranhubes verbunden, wodurch sich weitere Nachteile ergeben. Da die Druckdifferenz an der Membran mit der Drehzahl steigen muß, ergibt sich eine proportionale Regelabweichung, so daß die Druckdifferenz nicht über den ganzen Meßbereich des Gerätes auf Null gehalten werden kann. Der Meßbereich wird daher stark eingegengt. Weiterhin führt die Verbindung eines ferromagnetischen Stabes mit der Membran wegen der erheblich unterschiedlichen Dichte gegenüber der zu messenden Flüssigkeit dazu, daß der Druckdifferenzsensor bei dem bekannten Gerät auf mechanische Erschütterungen von außen her ansprechen und falsche Regelsignale liefern kann.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, unter Behebung der Nachteile der bekannten Durchflußmeßgeräte eine sowohl zum Messen als auch zum Dosieren geeignete Einrichtung zu schaffen, die auch bei sehr kleinen Durchflußmengen und über geringste Zeitabstände eine genaue Sofortmessung bzw. Dosierung zuläßt. Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß der Druckdifferenz-Aufnehmer aus einem in einen den Raum vor und den Raum hinter dem Verdrängerzähler miteinander verbindenden Umgehungsleitung eingebauten integrierenden Meßwertgeber besteht. Diese Lösung ist in den Anwendungsfällen vorzugsweise einzusetzen, bei denen eine extrem kurze Einstellzeit des Durchflußmeßgerätes nicht erforderlich ist.

In Anwendungsfällen, bei denen es in besonderer Weise auf eine möglichst kurze Einstellzeit des Durchflußmeßgerätes ankommt, stellt es im Hinblick auf die erst mit dem integrierenden Meßwertgeber ermöglichte driftfreie Regelung eine gleichwertige Lösung der der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe dar, wenn der Druckdifferenzaufnehmer sowohl eine Proportional-Meßstelle als auch einen integrierenden Meßwertgeber besitzt, die in einen den Raum vor und den Raum hinter dem Verdrängerzähler miteinander verbindenden Umgehungsleitung hydraulisch in Reihe angeordnet sind.

Im Rahmen der Erfindung hat es sich als besonders vorteilhaft erwiesen, zur integralen Druckdifferenzmessung in der Umgehungsleitung einen frei beweglichen Kolben anzuordnen, der das gleiche spezifische Gewicht besitzt wie die zu messende Flüssigkeit, wodurch erreicht wird, daß sich dieser Kolben schon bei sehr kleinen Druckdifferenzen in Richtung der Längsachse der Umgehungsleitung verschiebt. Zur proportionalen Druckdifferenzmessung ist ebenfalls in der Umgehungsleitung ein über ein Federelement mit dem Gehäuse des Geräts verbundener Staukörper vorgesehen.

In Anbetracht der kleinen Abmessungen der vorzugsweise zum Einsatz gelangenden Zahnrادpumpe hat es sich als besonders vorteilhaft erwiesen, die

Zahnrادpumpe und den Druckdifferenzaufnehmer mit integrierendem Meßwertgeber und gegebenenfalls Proportional-Meßstelle als Baueinheit zu gestalten. Diese Maßnahme wirkt sich nicht zuletzt vorteilhaft auf die Meßgenauigkeit aus, da hierdurch die Länge der Umgehungsleitung sehr kurz gehalten werden kann, wodurch die hydraulische Induktivität in sehr niedrigen Grenzen gehalten wird.

Eine nahezu trägheitslose Regelung der Zahnrادpumpendrehzahl wird durch die elektronische Steuerung des mit der Zahnrادpumpe verbundenen Motors erreicht. Die dafür notwendigen Signale können von zwei fotoelektrischen Bauelementen geliefert werden, die von einer Lichtquelle bestrahlt werden und von denen je einer dem Kolben bzw. dem Staukörper derart zugeordnet ist, daß auf Grund der in Abhängigkeit von der Druckdifferenz erfolgenden Bewegung des Kolbens bzw. des Staukörpers sich der Bestrahlungswert der fotoelektrischen Bauelemente und somit deren Ausgangssignale in Abhängigkeit von der Druckdifferenzänderung ändern. Dazu kann sowohl zwischen dem Kolben und dem ihm zugeordneten fotoelektrischen Bauelement als auch zwischen dem Staukörper und dem diesem zugeordneten fotoelektrischen Bauelement je eine Lichtblende vorgesehen sein. Als fotoelektrische Bauelemente sind Fotowiderstände besonders vorteilhaft. Durch geeignete Bemessung der wirksamen Längen der dem Kolben und dem Staukörper zugeordneten Lichtblenden sowie durch entsprechende Wahl der Fotowiderstände kann das Proportional- und Integralverhalten der Druckdifferenzregelung den jeweils gegebenen Erfordernissen angepaßt werden.

Für viele im Rahmen der vorliegenden Erfindung auftretende regeltechnische Erfordernisse hat es sich als vorteilhaft erwiesen, die dem Staukörper zugeordnete Blende mit einer kleineren wirksamen Öffnungslänge zu versehen als die dem Kolben zugeordnete, so daß der Staukörper trotz etwa gleich schneller Bewegung wie der Kolben bei Änderung der Betriebsverhältnisse zur Aussteuerung seiner Blende eine kürzere Zeit benötigt als der Kolben.

Während der dem Staukörper zugeordnete Fotowiderstand ein der Druckdifferenz proportionales Signal liefert, wird von dem dem Kolben zugeordneten Fotowiderstand ein dem Zeitintegral der Druckdifferenz proportionales Signal abgegeben. Von dem zuletzt genannten Signal bzw. von der Summe der beiden Signale kann das von einem dem mit der Zahnrادpumpe verbundenen Motor zugeordneten Drehzahlgeber erzeugte Signal subtrahiert werden und das derart gebildete Signal über einen Verstärker dem Motor zugeführt werden, dessen Drehzahl dadurch dahingehend reguliert wird, daß die Druckdifferenz gleich Null wird.

Durch Anwendung von Fotowiderständen läßt sich der elektronische Steuerteil des Meßgeräts sehr einfach gestalten, da hierbei nur Gleichstrom benötigt wird.

Das fotoelektrische Regelprinzip eignet sich insbesondere bei Verwendung einer Zahnrادpumpe zur Erlangung einer maximalen Drehzahlstabilität, die eine Voraussetzung für hohe Meßgenauigkeit und kleine Einstellzeiten ist. Bekanntlich besitzen Zahnrادpumpen abgesehen von einer geringen Restwelligkeit eine sehr gleichförmige Fördercharakteristik, die durch Auftragen des geförderten Volumens über dem Drehwinkel darstellbar ist. Da Zahnrادpumpen

bis zu kleinsten Radabmessungen noch wirtschaftlich und genau herstellbar sind, und dadurch bei kleinsten Durchflußmengen noch relativ hohe Drehzahlen aufweisen, kann auch bei kurzen Meßintervallen für digitale Drehzahl-(Durchfluß-)Messung eine genügend hohe Impulszahl erreicht werden. Die digitale Messung ist bei dem erfindungsgemäßen Meßgerät deshalb vorteilhaft, da hiermit die durch das Verfahren eingeprägte Meßgenauigkeit von besser als $\pm 0,5\%$ im gesamten Meßbereich ausgenutzt werden kann.

Beispielsweise liefert unter Anwendung des erfindungsgemäßen Meßverfahrens eine ausgeführte Miniatur-Zahnradpumpe mit einem Fördervolumen von 20 mm^3 pro Umdrehung bei Verwendung eines Untersetzungsgetriebes von 1:5 zwischen Motor- und Pumpenwelle und einer auf die Motorwelle aufgesetzten Impulsgeberscheibe von 120 Impulsen pro Umdrehung eine spezifische Impulszahl von 30 Impulsen pro mm^3 . Beträgt nun die zu messende Durchflußmenge 20 mm^3 pro Sekunde, so ergibt sich eine Impulsfrequenz von 600 Impulsen pro Sekunde. Bei einer Meßgenauigkeit von besser als $\pm 0,5\%$ wären mindestens 200 Impulse beispielsweise auf einem Frequenzzähler abzulesen. Bei der vorhandenen Impulsfrequenz von 600 Impulsen pro Sekunde kann also die Zähldauer bzw. die Zählfolge in der Größenordnung von $\frac{1}{3}$ Sekunde liegen. Während dieser Zähldauer hat die Zahnradpumpe nur etwa ein Drittel Umdrehung zurückgelegt. Eine genaue Messung während einer derartig kurzen Drehphase ist nur bei einer genügend gleichförmigen Fördercharakteristik, wie sie Zahnradpumpen aufweisen, möglich, wobei Zahnräder mit mehr als 10 Zähnen vorgesehen werden sollten.

Das erfindungsgemäße Durchflußmeßgerät läßt sich in einfacher Weise durch Umkehr seiner Wirkungsweise zur genauen Dosierung benutzen. In diesem Fall wird die gewünschte Dosierungsmenge durch eine vorgegebene Drehzahl der Zahnradpumpe erreicht, während durch den Steuerteil die Druckdifferenz an der Zahnradpumpe durch Verstellen eines vor oder hinter der Zahnradpumpe angeordneten Drosselorgans auf dem Wert Null gehalten wird, wobei der Drehzahlgeber durch eine Stabilisierungseinrichtung ersetzt wird, die ein dem Stellweg des Drosselorgans proportionales Gleichspannungssignal liefert. Über einen Verstärker wird hierbei das Drosselorgan betätigt.

An Stelle des Drosselorgans kann auch eine zusätzliche Pumpe in der Leitung vorgesehen werden, die von dem nunmehr von der Zahnradpumpe gelösten Motor in dem Maße angetrieben wird, daß die Druckdifferenz an der Zahnradpumpe gleich Null wird.

An Hand der Zeichnungen, in denen eine bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemäßen Durchflußmeß- bzw. Dosiergeräts dargestellt ist, wird die Erfindung näher erläutert. In den Zeichnungen zeigt

Fig. 1 die als Baueinheit gestaltete Zahnradpumpe mit proportionaler Meßstelle und integrierendem Meßwertgeber,

Fig. 2 das Blockschema der erfindungsgemäßen Meßvorrichtung,

Fig. 3 das Schaltschema der für das erfindungsgemäße Durchflußmeßgerät vorgesehenen elektronischen Steuerung.

Das Gehäuse der in Fig. 1 dargestellten Baueinheit besteht im wesentlichen aus drei Teilen, von denen das Bodenteil 10 die das zu messende Medium führenden Leitungen 11 sowie die Zahnradpumpe 12 aufnimmt. In unmittelbarer Nähe der Ein- und Auslaßseite der Zahnradpumpe ist vertikal zur Strömungsrichtung je eine Bohrung 13 und 14 zur Abnahme des statischen Drucks vorgesehen. Jede der beiden Bohrungen steht mit einem Schenkel einer U-förmigen Umgehungsleitung 15 in Verbindung, die zur Minimalisierung der hydraulischen Induktivität möglichst kurz gehalten ist. Da die Bohrungen 13 und 14 in unmittelbarer Nähe der Zahnradpumpe vorgesehen sind, wird nur die Druckdifferenz an den Zahnrädern, nicht aber der zusätzliche Druckabfall in der Leitung von der Messung erfaßt. Die beiden Schenkel der Umgehungsleitung werden durch zwei im Mittelteil 16 des Gehäuses gehaltene, parallel zueinander angeordnete, transparente Rohre 17 und 18 gebildet, zwischen denen sich eine Lichtquelle 19 befindet. Jedem Rohr liegt auf der der Lichtquelle abgekehrten Seite eine Blende 20 bzw. 21 an. Zur Messung des Zeitintegrals der Druckdifferenz ist im Rohr 17 ein in Richtung der Rohrachse frei beweglicher, nicht transparenter Kolben 22 vorgesehen, dessen spezifisches Gewicht gleich dem der zu messenden Flüssigkeit gewählt ist. Bei Lageänderung des Kolbens 22 wird somit die Bestrahlung eines hinter der Blende 21 angeordneten Fotowiderstandes 23 verändert. Durch die erfindungsgemäße Konstruktion wird der Kolben 22 schon bei sehr kleinen Druckdifferenzen von etwa $0,02 \text{ mm WS}$ verschoben, wobei auf Grund der übereinstimmenden spezifischen Gewichte die Verschiebung des Kolbens gleich der Verschiebung der Flüssigkeit im Rohr 17 ist, d. h. gleich dem Zeitintegral einer Funktion der Druckdifferenz. Somit bleibt der Kolben erst bei einer Druckdifferenz von weniger als $0,02 \text{ mm WS}$, also bei einer praktisch vernachlässigbaren Druckdifferenz in Ruhe. Oberhalb des Kolbens ist ein in das Rohr 17 hineinragender Anschlag 24 vorgesehen, der den Kolbenweg so weit begrenzt, daß dieser bei einem eventuell auftretenden Druckstoß von der Einlaßseite der Pumpe her nicht in einer Richtung an der Blende 21 vorbeiwandert, so daß diese zunächst abgedeckt, dann aber wieder für die Bestrahlung freigegeben wird, wodurch eine unerwünschte Wirkungsumkehr eintreten würde.

Das die Verbindung zwischen den beiden Rohren 17 und 18 herstellende Stück der Umgehungsleitung ist in den Deckel 25 des Gehäuses eingearbeitet. Die für die proportionale Regelung benötigte Erfassung der Druckdifferenz als Regelgröße geschieht mittelbar über die Messung der Strömungsgeschwindigkeit innerhalb der Umgehungsleitung durch einen Staukörper 26, der über ein Federelement 27 am Gehäusedeckel 25 befestigt ist und sich im Rohr 18 befindet. Die durch auftretende Druckdifferenz hervorgerufene Strömung lenkt den Staukörper 26 in Achsrichtung des Rohres 18 so weit aus, daß die Federkraft gleich der Staukraft wird. Da auf Grund der geringen wirksamen Länge der Blendenöffnung der Staukörper 26 zur Aussteuerung der Blende 20 bei gegebener Federhärte nun sehr kurze Wege zurücklegen muß, tritt schon bei kleinen Geschwindigkeiten in der Umgehungsleitung eine Reaktion ein, so daß die hydraulische Induktivität keinen nachteiligen Einfluß auf die Steuerung ausübt.

Da keine Berührung zwischen Staukörper und Rohr 18 erfolgen kann, arbeitet der Staukörper hysteresefrei. Beiderseits des Staukörpers in Bewegungsrichtung sind Anschläge 28 und 29 vorgesehen, die sowohl das Federelement 27 bei eventuell auftretenden Druckstößen vor Überlastung schützen, als auch eine unerwünschte Wirkungsumkehr verhindern, die bei einem völligen Vorbeiwandern des Staukörpers an der Blende 20 eintritt. Auf Grund der bei dem beschriebenen Ausführungsbeispiel gewählten wesentlich kleineren wirksamen Länge der Öffnung von Blende 20 gegenüber der der Blende 21 benötigt der Staukörper 26 trotz etwa gleich großer Geschwindigkeit wie der Kolben 22 eine wesentlich kürzere Zeit zur Aussteuerung der ihm zugeordneten Blende als der Kolben 22, so daß dadurch entsprechend den hier vorliegenden regeltechnischen Erfordernissen der proportionale Eingriff im richtigen Zeitverhältnis zum integralen Eingriff steht.

Sollten mit der Meßflüssigkeit Luftblasen in den Druckdifferenznehmer gelangt sein, was sich in unruhigem Verhalten der Regelung, d. h. der Drehzahl äußert, so kann das System einfach durch kurzzeitiges Abschalten der Speisespannung oder der Lichtquelle 19 entlüftet werden. In diesem Fall bleibt die Zahnradpumpe 12 stehen, und der gegenüber dem Auslaßdruck höhere Einlaßdruck treibt die Luftblasen durch den Ringspalt zwischen dem Kolben 22 und dem Rohr 17 sowie an dem Staukörper 26 vorbei zur Auslaßseite der Zahnradpumpe.

Die für die elektronische Steuerung der Zahnradpumpendrehzahl notwendigen Signale werden den beiden Fotowiderständen 23 und 30 über die Anschlüsse X, Y bzw. Y, Z entnommen.

Wie aus Fig. 2 in Verbindung mit Fig. 1 hervorgeht, liefert der Druckdifferenznehmer D ein der Druckdifferenz proportionales Signal a und ein dem Zeitintegral der Druckdifferenz proportionales Signal b . Von der Summe beider Signale $a + b$ wird das Signal c subtrahiert, das von einem dem mit der Zahnradpumpe 12 fest verbundenen Motor M zugeordneten Drehzahlgeber N geliefert wird, und der Drehzahl des Motors M bzw. der Zahnradpumpe 12 proportional ist. Das so entstandene Signal d wird im Verstärker V zur Antriebsleistung e für den Motor M verstärkt.

Unter der Annahme, daß die Signale $a + b$ für gewisse Zeit konstant sind, ändert sich das Signal d nur bei Änderung des Signals c . Würde beispielsweise die Drehzahl des Motors infolge einer Störgröße, etwa einer gesunkenen Speisespannung oder eines angestiegenen Bremsmomentes der Zahnradpumpe abnehmen, so würde gleichermaßen das Signal c kleiner. Die Folge wäre eine Vergrößerung des Signals d bzw. eine erhebliche Zunahme der Antriebsleistung e , so daß einer ungewollten Drehzahländerung der Zahnradpumpe sofort wirkungsvoll begegnet wird. Aus dem Blockschema ist ersichtlich, daß die Drehzahl nur der Summe der Signale a und b proportional ist, was notwendig ist, da in dem dargestellten Ausführungsbeispiel die Druckdifferenz die Regelgröße und die Drehzahl der Zahnradpumpe die Stellgröße bildet.

Ausgehend von einer bestimmten stabilisierten Drehzahl erfaßt der proportionale Teil des Druckdifferenznehmers die nach Eintritt einer Störung im Aufbau begriffene Spaltströmung an der Pumpe, die z. B. von der Einlaß- zur Auslaßseite gerichtet ist,

wobei das Signal a den Motor zu größerer Drehzahl veranlaßt. Auf keinen Fall darf sich die Drehzahl nun so weit erhöhen, daß sich die Richtung der Spaltströmung umkehrt. Dies ist dadurch gewährleistet, daß der proportionale Teil des Druckdifferenznehmers die Überschußleistung zur Beschleunigung des Motors schon kurz vor Erreichen des Druckausgleichs reduziert. Das entsprechende gilt auch bei von der Strömung verursachter Verzögerung der Pumpendrehzahl.

Der proportionale Teil stellt also ein geeignetes Mittel zur Drehzahlstabilisierung dar. Da aber das Signal c direkt von der Drehzahl abhängt, das Eingangssignal d zum Verstärker jedoch stets positiv sein soll, muß das Signal a mit der Drehzahl ebenfalls anwachsen. Es ergibt sich somit eine dem Signal a entsprechende, restliche Druckdifferenz, die unerwünscht ist. Durch eine zusätzliche selbsttätige Trimmung, die durch den integralen Anteil des Druckdifferenzgebers vorgenommen wird, verschwindet diese restliche Druckdifferenz, indem Signal b alle stationären Anteile von Signal a mit übernimmt. Die Ansprechgeschwindigkeit des integralen Teils muß wesentlich kleiner sein, als die des proportionalen Teils, damit während der Übergangsphase von Druckdifferenz und Drehzahl stets der stabilisierende Einfluß des Signals a überwiegt. Dies wird wie bereits beschrieben durch die unterschiedlichen wirksamen Längen der Blendenöffnungen erreicht.

Auf Grund der steigenden Stromdurchlässigkeit der Fotowiderstände bei steigender Bestrahlung ist es besonders vorteilhaft, die Fotowiderstände 23 und 30 gemäß Fig. 3 als Basisspannungsteiler zu schalten. Dabei ist der Widerstand 23 über den gegengekoppelten Tachogenerator (Drehzahlgeber) N mit Basis und Emittor eines als Vorstufe vor den Verstärker V geschalteten n-p-n-Transistors verbunden, da infolge des größeren Querschnitts der Blende 21 der Fotowiderstand 23 wesentlich niederohmiger werden kann als der Widerstand 30. Infolge der integralen Aussteuerung von Widerstand 23 können außerdem Abweichungen der Speisespannung und Positionsfehler des Staukörpers 26 sowie Temperaturdrift am Verstärker weitgehend ausgeglichen werden, so daß sowohl der Verstärker als auch das erforderliche Netzgerät sehr einfach ausgeführt sind. Dadurch, daß der Kolben 22 auf Grund der erfindungsgemäßen Ausgestaltung sich bis zu einer verschwindend kleinen Druckdifferenz verstellt, werden auch eventuell eintretende Schwankungen der Lichtstärke wirkungsvoll kompensiert.

Der zur Aussteuerung des Verstärkers erforderliche Basisstrom verursacht nur eine gegenüber der induzierten Spannung des als Drehzahlgeber N arbeitenden Gleichstromtachos vernachlässigbare zusätzliche Spannungsdifferenz an den Generatorklemmen, da der Generatorinnenwiderstand verhältnismäßig klein ist. Aus diesem Grund kann an den Klemmen eine der Drehzahl proportionale Spannung gemessen werden, die durch entsprechende Eichung der Skala eines Voltmeters die Möglichkeit gibt, zusätzlich zur Digitalmessung eine Analogmessung der Durchflußmenge vorzunehmen.

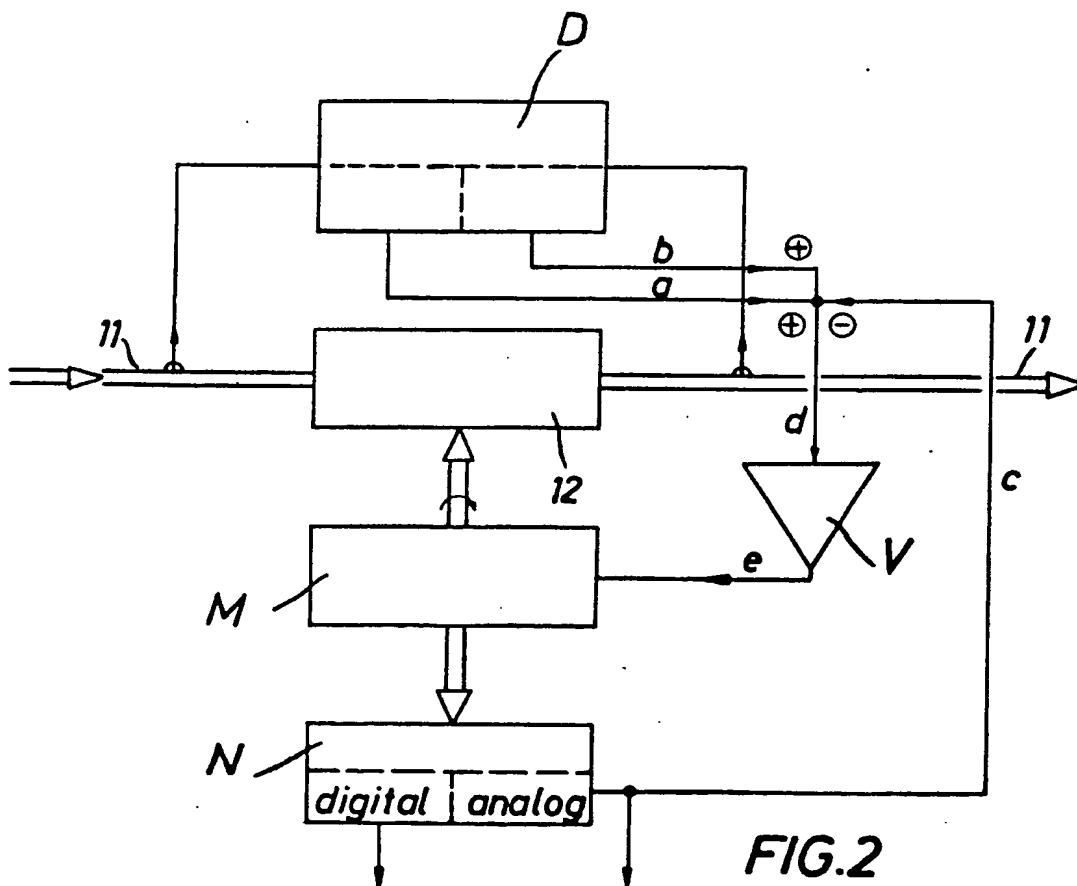
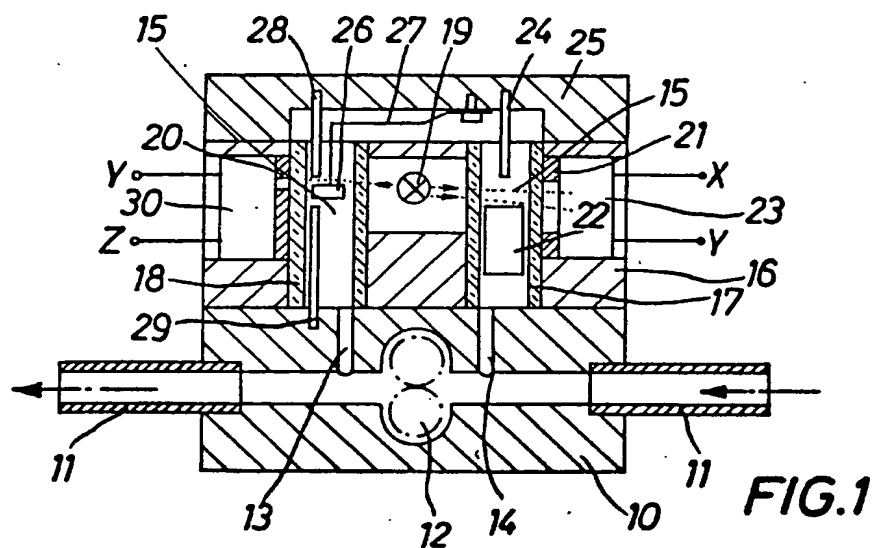
Wenn eine besonders kurze Einstellzeit des Durchflußmeßgeräts nicht erforderlich ist, kann der Druckdifferenznehmer durch Entfernen des proportionalen Meßteils, bestehend aus dem Staukörper 26, dem Federelement 27, der Blende 20 und dem Foto-

widerstand 30, vereinfacht werden. Die Ansprechverzögerung erhöht sich dadurch zwar um ein Vielfaches, wobei sich die genaue Drehzahl erst nach mehrmaligem Überspringen einstellt, jedoch ist dies für die genannten Anwendungsfälle ausreichend. In diesem Fall ist es besonders wichtig, die richtige Abstimmung des Kolbenspiels im Rohr 17 vorzunehmen, und zwar in Abhängigkeit von der Zähigkeit der Meßflüssigkeit, dem Zeitverhalten des elektrischen Antriebs sowie des gesamten Verstärkungsfaktors des Systems Blende-Fotowiderstand-Verstärker, damit einerseits die Pumpendrehzahl nicht dauernd schwingt, und andererseits das ganze System nicht übermäßig gedämpft ist. Gegenüber einer Einstellzeit von z. B. 50 ms im Falle der Proportional-Integral-Regelung, die bei bekannten vergleichbaren volumetrischen Durchflußmeßgeräten bei weitem nicht erreicht wird, ergibt sich bei ausschließlicher Inte-

gral-Regelung eine Einstellzeit von 500 ms, was für derartige Geräte immer noch als ausgezeichneter Wert anzusehen ist. In diesem Fall ist der Druckdifferenzaufnehmer derart zusammenzusetzen, daß das den Kolben 22 enthaltende Rohr 17 der auslaßseitigen Bohrung 13 zugeordnet ist. Zur Vermeidung einer Wirkungsumkehr muß hierbei gleichzeitig der Fotowiderstand 23 an Stelle des Fotowiderstands 30 eingesetzt und die Klemmen x und y durch einen geeigneten Festwiderstand verbunden werden. Dadurch ergibt sich eine günstige Anpassung an den Vorstufentransistor T. Außerdem wird vermieden, daß der Motor M bei Ausfall der Lichtquelle 19 auf volle Drehzahl beschleunigen kann.

Obwohl in der Beschreibung der vorliegenden Erfindung lediglich Fotowiderstände als Bauelemente genannt wurden, eignen sich selbstverständlich an ihrer Stelle auch Fotohalbleiter.

Hierzu 1 Blatt Zeichnungen



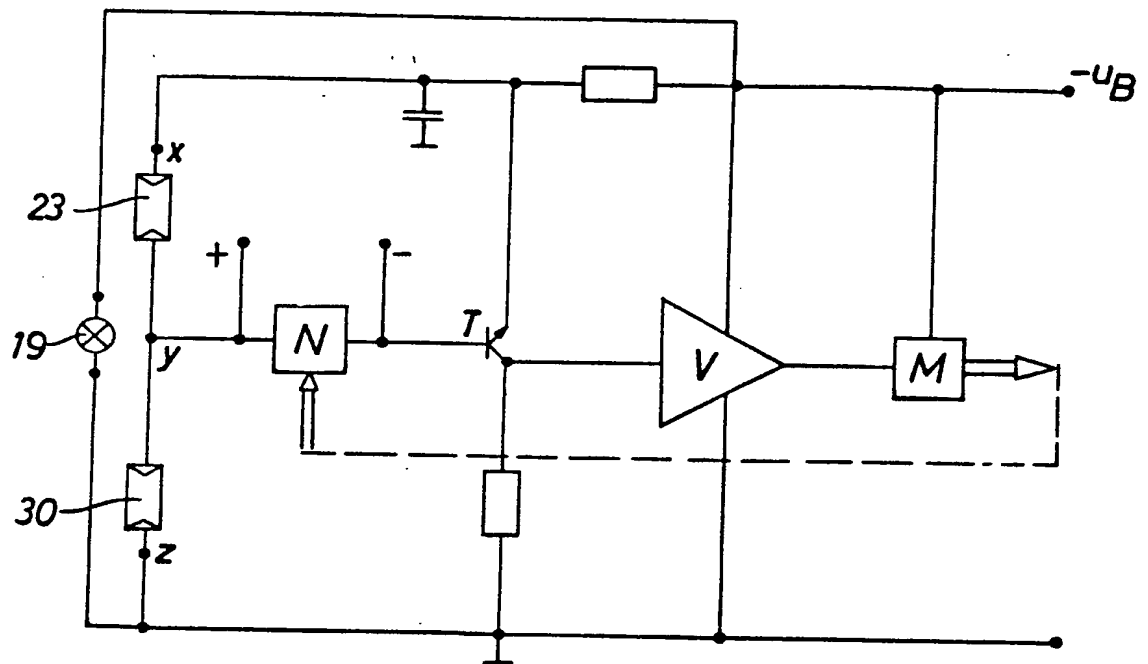


FIG.3

COPY

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.